



# Retención de carotenoides en el uso de harina de yuca y batata biofortificadas en panificación

**Maria Alejandra Ospina**

Ing. Agroindustrial

[m.a.ospina@cgiar.org](mailto:m.a.ospina@cgiar.org)

Guatemala, Junio de 2023



# INTRODUCCIÓN

Los problemas de desnutrición por deficiencias en micronutrientes (Vitamina A, hierro y Zinc) y la inseguridad alimentaria a nivel mundial tienen efectos devastadores en la salud humana y en el bienestar socio-económico de las poblaciones con recursos limitados.

Se estima que dos mil millones de personas sufren desnutrición por micronutrientes y la mayoría de los afectados se encuentran en países en desarrollo.

La biofortificación de cultivos se está utilizando como estrategia para reducir la deficiencia de micronutrientes





# OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1) Evaluar la cinética de degradación térmica de los compuestos carotenoides
- 2) Analizar las propiedades funcionales de las harinas de batata y yuca
- 3) Evaluar la retención de compuestos carotenoides desde el material en fresco hasta el producto final



# MATERIALES

## Selección de Genotipos de yuca amarilla y batata



**Batata**  
**CIP440287**



**375,8  $\mu\text{g/g}$  de  
all trans- $\beta$ -caroteno**



**Yuca Amarilla**  
**GM 3523-17**



**22,1  $\mu\text{g/g}$  de  
all trans- $\beta$ -caroteno**

# METODOLOGÍA

Acetona      Éter



**Extracción**



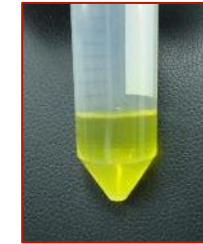
**Homogenización**



**Centrifugado**



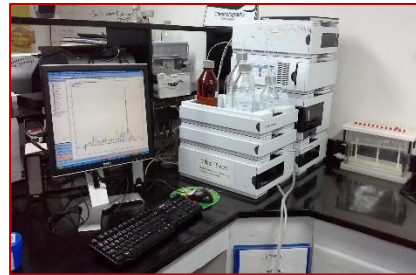
**Separación fase orgánica**



**Lavado**

**HPLC Agilent 1200 series**

- \*Fase móvil: A: Metanol/Acetato amonio pH 4.6 (98:2) B: MTBE A/B (85:15)-20 min (40:60)
- \*Volumen de inyección: 10 µL
- \*Flujo: 0.66 mL/min
- \*Columna: YMC Carotenoid 25°C
- \*Detector: DAD, 450 nm



**Concentrador N<sub>2</sub> (g)**

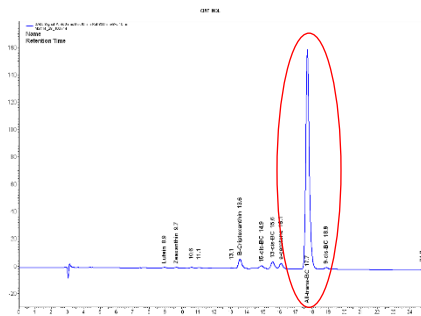


**Determinación Carotenos totales UV/vis 450nm**

**Cromatograma**



Importancia de la agricultura f.



**Determinación all-trans-β-caroteno**

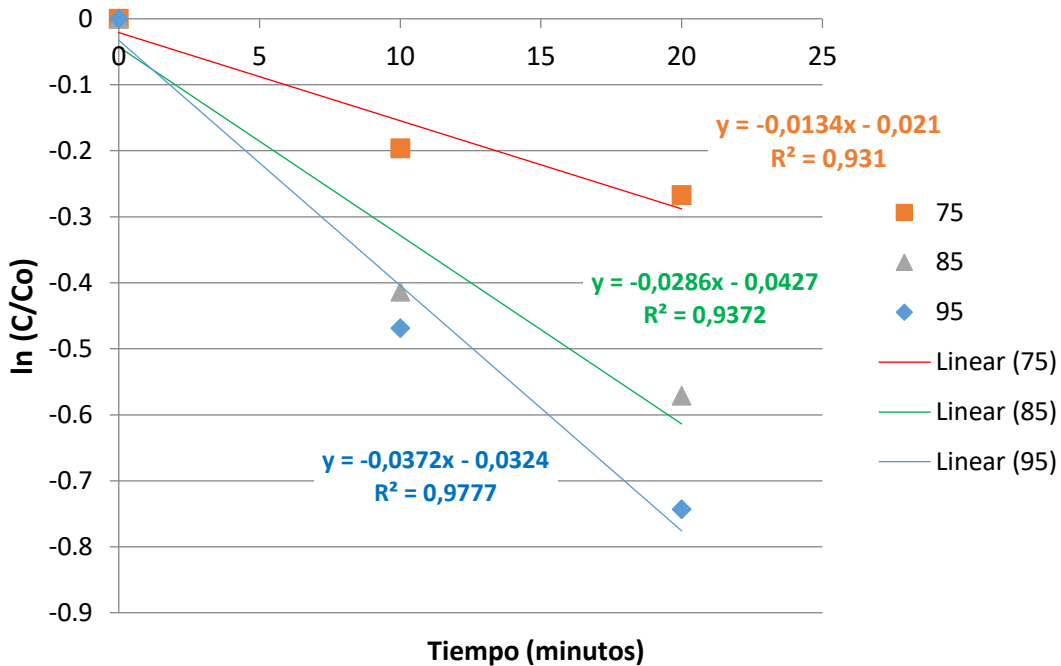


(Ospina, Maria et al., 2020)

a de COVID-19

# CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA

Tabla. Efecto de la temperatura y el tiempo de cocción en el contenido de carotenoides

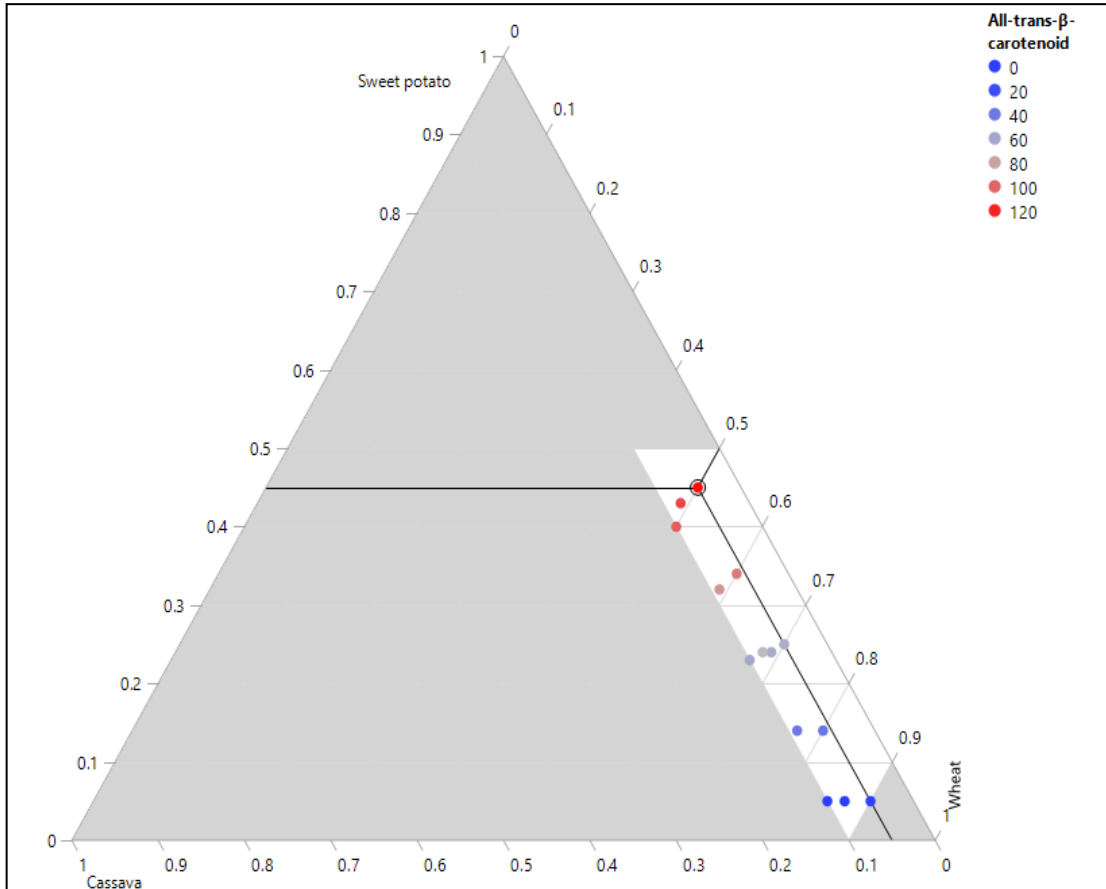


Time (min)	T (°C)	TBC		Lutein		Zeaxanthin		β-Cryptoxanthin		TCC	
		(µg/g, fw)	% R	(µg/g, fw)	% R	(µg/g, fw)	% R	(µg/g, fw)	% R	(µg/g, fw)	% R
0		113.8	100	0.3 <sup>c</sup>	100	0.6 <sup>f</sup>	100	558	100	127.1	100
10	75	93.5	82.1	0.2 <sup>c</sup>	79.4 <sup>d</sup>	0.4 <sup>f</sup>	71.7	4.2 <sup>h</sup>	75.6	103.6	81.5
	85	75.3 <sup>a</sup>	66.1 <sup>b</sup>	0.2 <sup>c</sup>	76.6 <sup>d</sup>	0.3 <sup>f</sup>	55.3 <sup>g</sup>	3.4 <sup>h</sup>	60.3	83.6	65.8 <sup>i</sup>
	95	73.1 <sup>a</sup>	64.2 <sup>b</sup>	0.2 <sup>c</sup>	64.5 <sup>e</sup>	0.3 <sup>f</sup>	44.8	3.1 <sup>h</sup>	55.0	86.5	68.1 <sup>i</sup>
20	75	87.1	76.6	0.2 <sup>c</sup>	76.6 <sup>d</sup>	0.4 <sup>f</sup>	64.7	4.0 <sup>h</sup>	71.1	96.8	76.2
	85	64.3	56.5	0.2 <sup>c</sup>	72.6	0.3 <sup>f</sup>	53.8 <sup>g</sup>	2.7 <sup>h</sup>	49.2	71.5	56.3
	95	54.1	47.6	0.2 <sup>c</sup>	66.1 <sup>e</sup>	nq	nq	2.3 <sup>h</sup>	40.4	64.2	50.5

Mean values (n = 2), f.w. = fresh weight, T (°C) = temperature, % R = percentage of carotenoids retention, nq: not quantifiable.

TBC: all trans-β-carotene, TCC: Total carotenoids content.

# Diseño experimental de mezclas



## ❖ Mezcla para pan

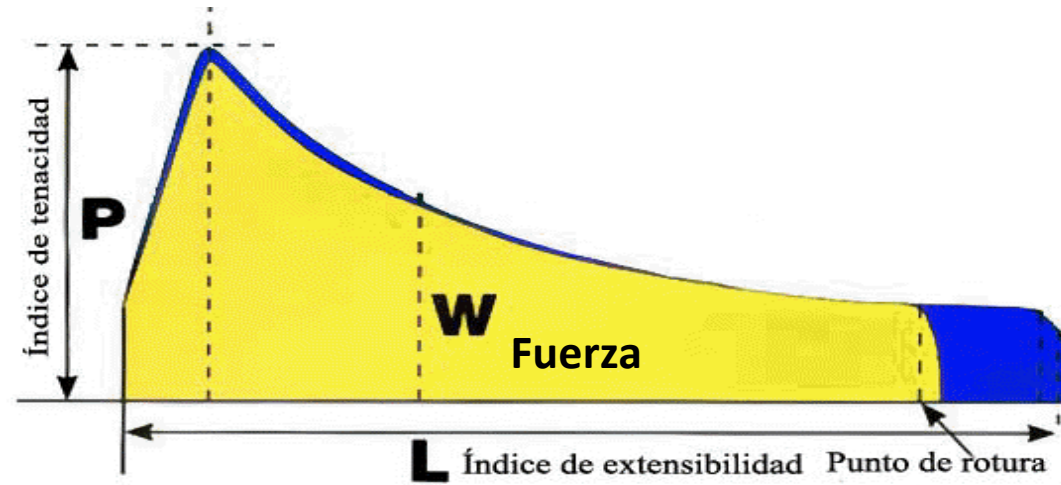
25% harina de batata, 5% harina de yuca y 70% harina de trigo.

## ❖ Mezcla para tortas y galletas

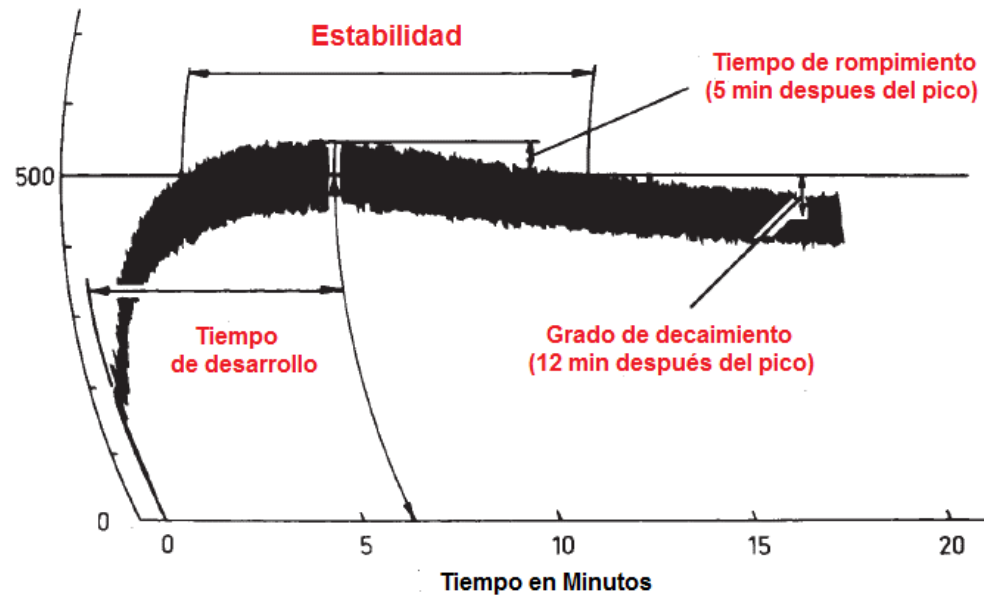
45% harina de batata, 5% harina de yuca y 50% harina de trigo.

# Reología de las masas para panificación

Alveógrafo



Farinógrafo



Alveógrafo de la Empresa  
Harinera del Valle S.A





# Retención de carotenos en el material fresco, harina y productos de panadería

	<b>TBC</b> ( $\mu\text{g/g}$ , db)	<b>TCC</b> ( $\mu\text{g/g}$ , db)	<b>RAE</b> ( $\mu\text{g/g}$ , db)	<b>Retención</b> (%)
Batata en fresco	375.8	413.2	31.5	66.1
Harina de batata	248.4	281.2	21.1	
Yuca en fresco	22.1	40.5	2.8	73.5
Harina de yuca	16.3	29.9	2.2 <sup>c</sup>	
Mezcla de harina para pan	62.6	72.5	5.6	24.8
Pan	15.5	23.0	1.7	
Mezcla de harina para galletas y torta	128.2	144.9	11.3	
Galleta	19.4	30.0	2.2 <sup>c</sup>	15.2
Torta	14.0	20.4	1.4	11.0

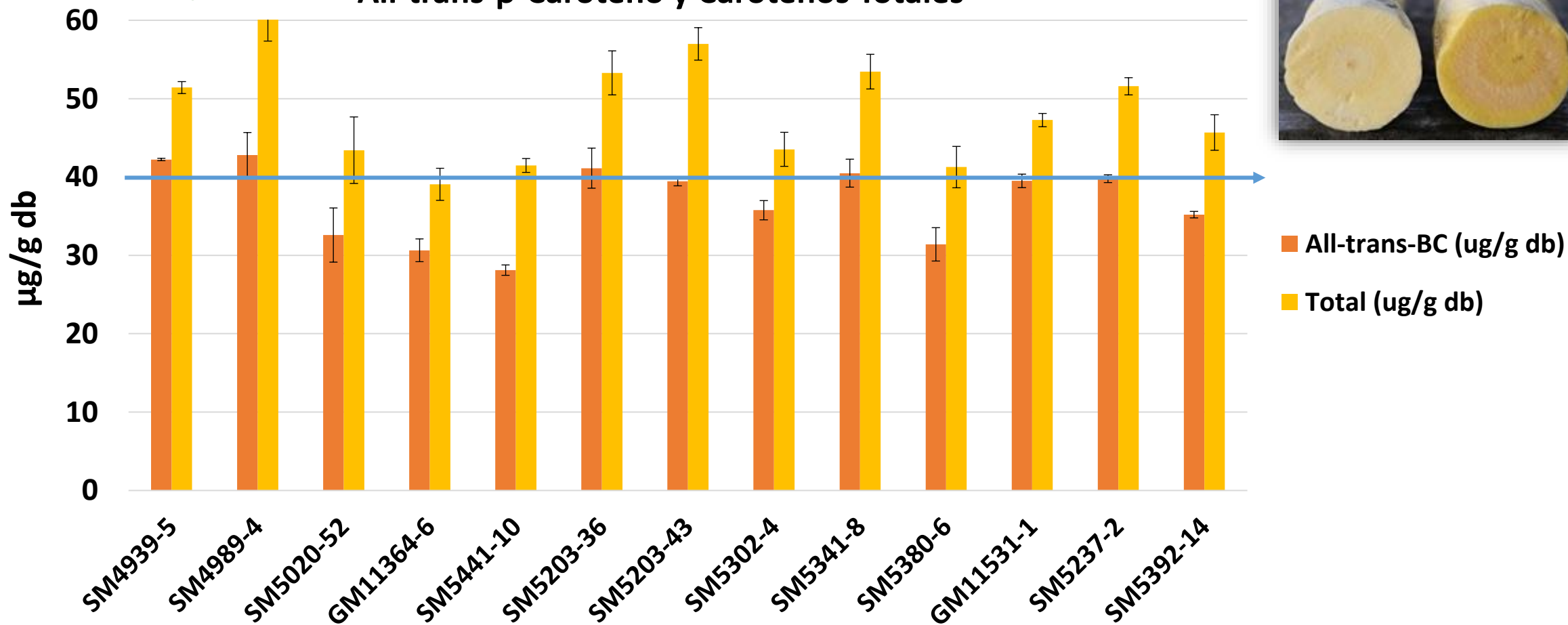
Valores medios (n = 2), db = base seca.

TBC: All-trans- $\beta$ -caroteno, TCC: Contenido de carotenoides totales

RAE: Equivalentes de actividad de retinol.

# Nuevos genotipos con alto caroteno

All-trans- $\beta$ -Caroteno y Carotenos Totales

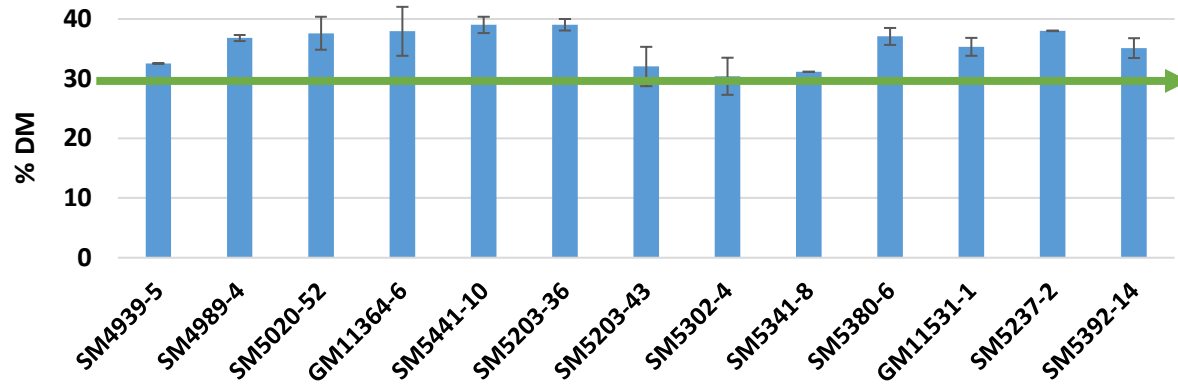




# Nuevos genotipos con alto caroteno

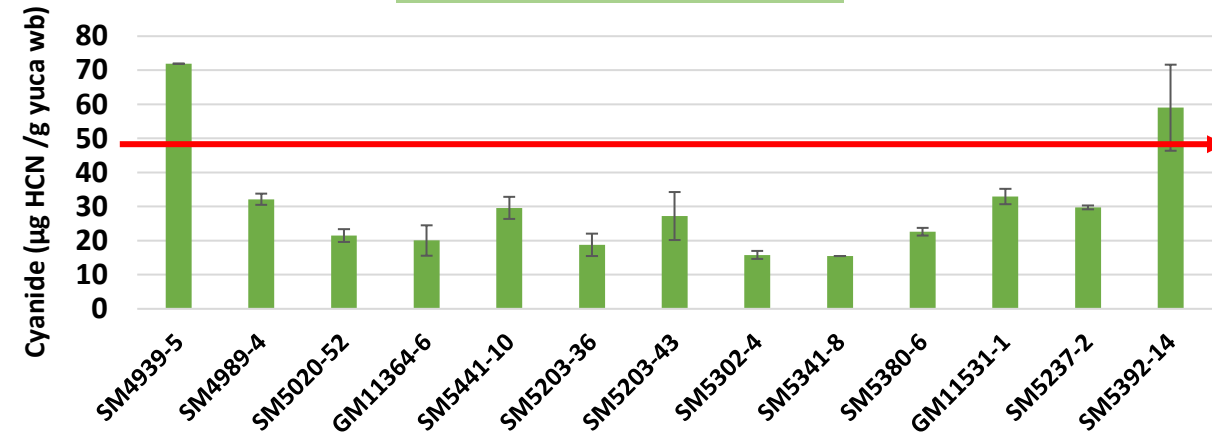
## Materia Seca

Min: 30% - Max: 39%



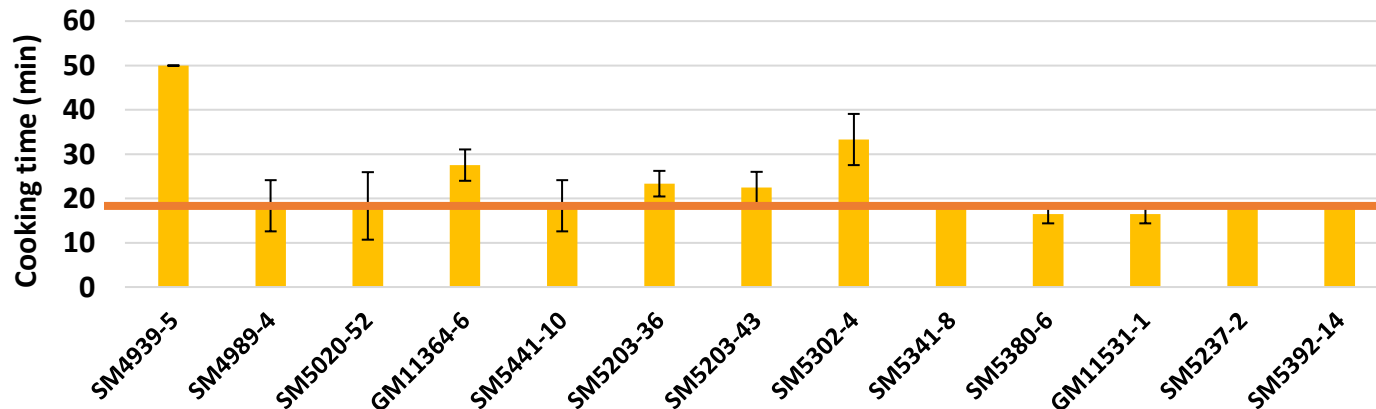
## Contenido de cianuro

Min: 15 ppm - Max: 72 pmm

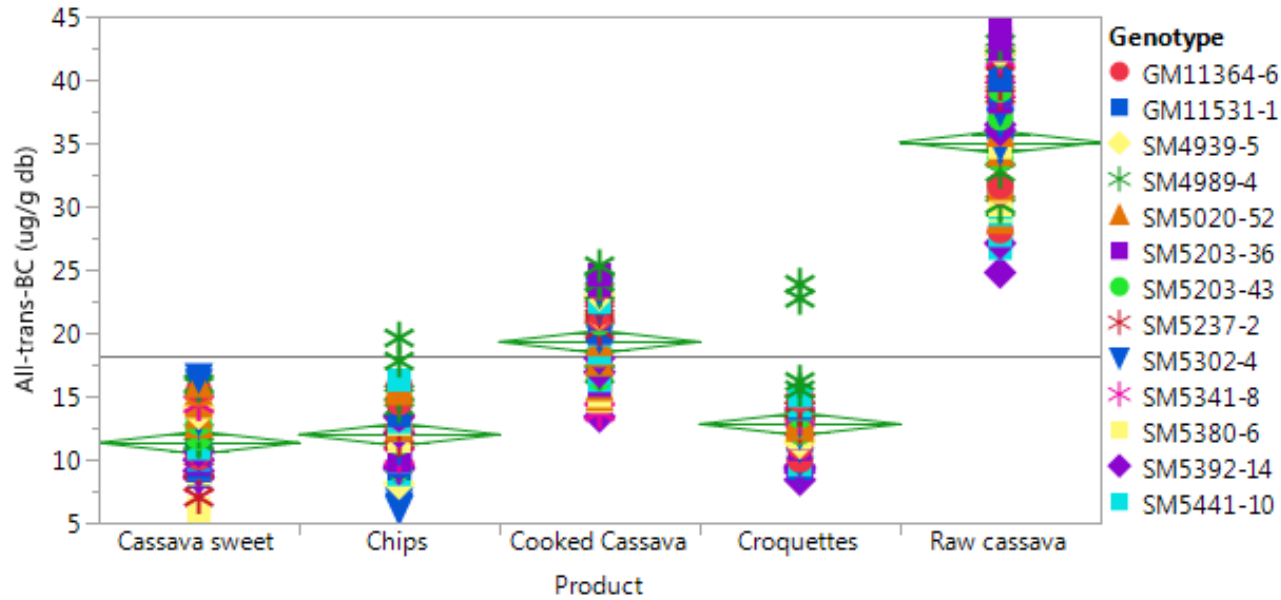


## Tiempo de Cocción

Min: 15 min - Max: 50 min

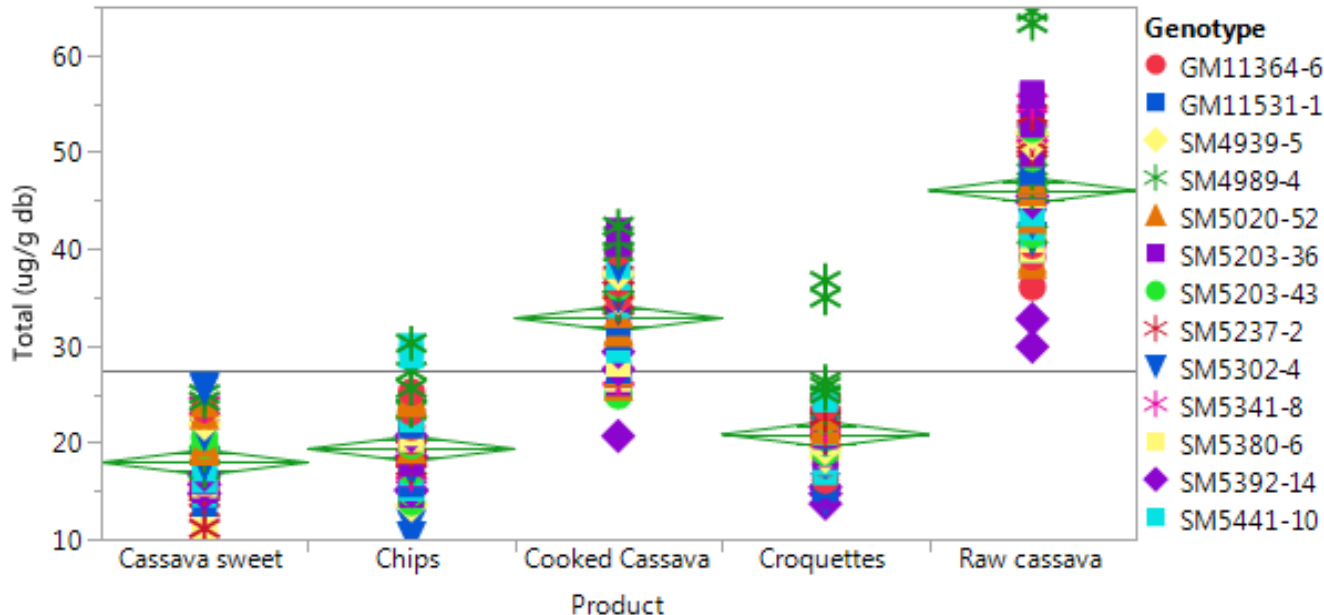


# Contenido de carotenoides en productos en fresco



## All-trans-BC µg/g db

Yuca en fresco	A	35
Yuca Cocida	B	19
Croquetas	C	13
Chips	C D	12
Dulce de yuca	D	11



## Carotenos Totales µg/g db

Yuca en fresco	A	46
Yuca cocida	B	33
Croquetas	C	21
Chips	C D	19
Dulce de yuca	D	18

# Productos hechos con harina de yuca



GLUTEN  
FREE



*Galletas*



*Pancakes*



*Crepes*



*Waffles*



*Pasta*



*Obleas*



**Gracias!**  
[m.a.ospina@cgiar.org](mailto:m.a.ospina@cgiar.org)





# Parámetros cinéticos de carotenoides

Temperature (°C)	Kinetic parameters	TBC	Lutein	β-Cryptoxanthin	TCC
75	k (min <sup>-1</sup> )	0.01 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>
	R <sup>2</sup>	0.93 <sup>b</sup>	0.94 <sup>b</sup>	0.88	0.92 <sup>b</sup>
	RMSE	0.05 <sup>c</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.09	0.06 <sup>c</sup>
	t <sup>0.5</sup> min	51.73	43.32	40.77	50.97
	D	171.83	143.91	135.45	169.31
85	k (min <sup>-1</sup> )	0.03 <sup>d</sup>	0.02 <sup>d</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.03 <sup>d</sup>
	R <sup>2</sup>	0.94 <sup>e</sup>	0.79	0.94 <sup>e</sup>	0.94 <sup>e</sup>
	RMSE	0.11 <sup>f</sup>	0.16	0.12 <sup>f</sup>	0.11 <sup>f</sup>
	t <sup>0.5</sup> min	24.24 <sup>g</sup>	31.51	19.53	24.07 <sup>g</sup>
	D	80.51	104.66	64.86	79.95
95	k (min <sup>-1</sup> )	0.04 <sup>h</sup>	0.01 <sup>h</sup>	0.05 <sup>h</sup>	0.03 <sup>h</sup>
	R <sup>2</sup>	0.98 <sup>i</sup>	0.77	0.97 <sup>i</sup>	0.99 <sup>i</sup>
	RMSE	0.08	0.10	0.12	0.04
	t <sup>0.5</sup> min	18.63	52.12	15.27	20.27
	D	61.90	173.13	50.72	67.33
	Ea	54.56	26.7	52.50	49.34
	Q <sub>10</sub>	2.13 <sup>j</sup>	1.38	2.09 <sup>j</sup>	2.12 <sup>j</sup>
	Z	30.37	72.31	31.27	30.69